



УНИВЕРЗИТЕТ  
У НОВОМ САДУ



ФАКУЛТЕТ  
ТЕХНИЧКИХ НАУКА

---

Трг Доситеја Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Југославија  
Деканат: 021 350-413; 021 450-810; Централa: 021 350-122  
Рачуноводство: 021 58-220; Студентска служба: 021 350-763  
Телефакс: 021 58-133; e-mail: ftndean@uns.ns.ac.yu



Сертификован  
систем  
квалитета



Студијски програм  
Геодезија и геоматика

# СЕМИНАРСКИ РАД

- Интегрисани системи премера –  
**Compact Measurement Record (CMR)**

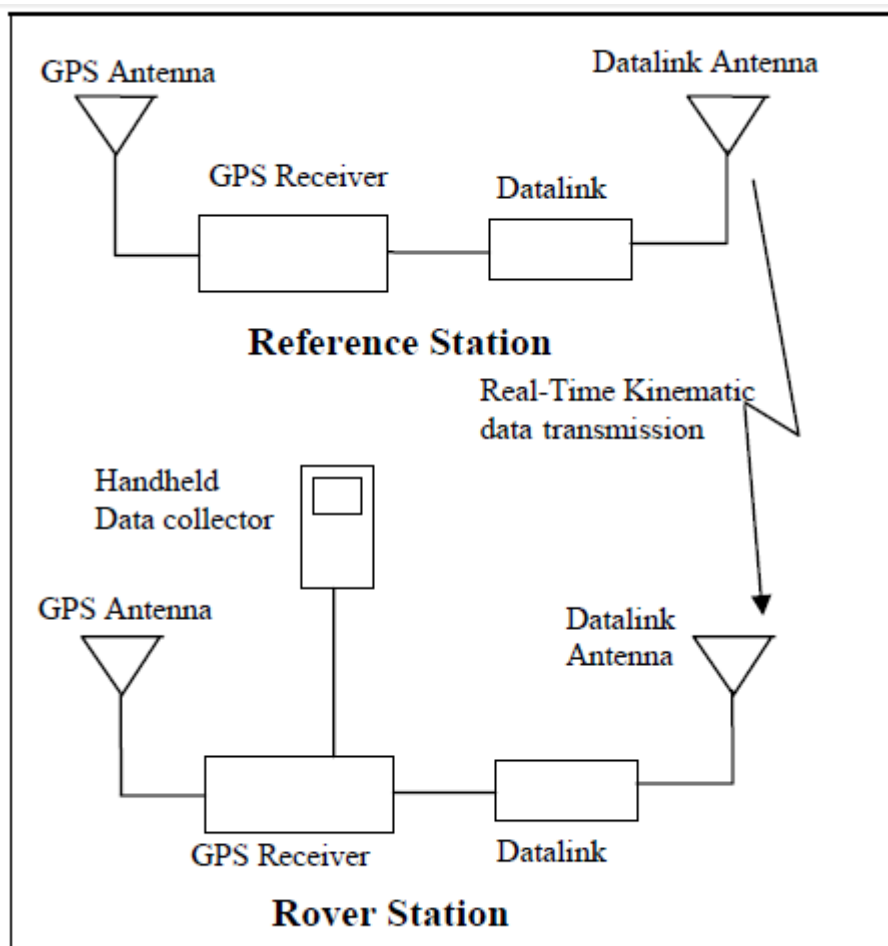
Студент: Костић Александар  
Бр. Индекса: гт3/2011

## Садржај

1. Увод .....	3
2. Историја СМР-а .....	5
3. СМР формат.....	6
4. СМР или RTSM .....	11
5. Потреба за СМРх .....	13
6. Закључак .....	17
7. Литература.....	18

## УВОД

Диференцијално коришћење система за глобално позиционирање ( DGPS ) садржи референтне станице и ровер пријемник за праћење скупа сателита истовремено. Када су две станице на растојању мањем од 10 км, већина сателитских грешака не важе. Ако су ресивер и ровер пријемници способни за праћење фазе и псеудодужине, могуће је одредити локацију ровер станица са тачношћу од неколико центиметара. RTK позиционирање се односи на случај када је локација ровер станица одређена док се ровер креће. Основне компоненте RTK система су илустроване на слици 1. Референтна станица заузима фиксни положај и евидентира фазу носећег сигнала и псеудодужине до сателита који су видљиви. Референтни пријемник онда форматира ова мерења и преноси их на ровер станице путем DATALINK-а. На ровер станице, преносни GPS пријемник прати фазу носећег сигнала и псеудодужине у времену. Ровер станица рачуна његову локацију користећи фазу која је временски синхронизована и псеудодужине коју смо добили преко DATALINK-а од референтне станице. Имајући у виду одговарајућу процедуру за обраду и довољно података, позиција ровера се може израчунати са разликом од неколико центиметрима у односу на координате референтне станице. Ручни интерфејс се затим користи за приказивање резултата позиције за навигацију или детаљне геодетске радове.



Слика 1. Шематски приказ RTK система

Произвођачи RTK система су развили сопствени GPS пријемник и алгоритам за обраду, даталинк системе и ручни интерфејс за максималну продуктивност корисника. Сваки произвођач је такође развио протоколе за комуникацију података референтних станица са ровером. Кад су локалне RTK референтне станице остварене и оперативни домет RTK позиционирања превазишао тренутне границе од 10км, неки корисници су можда желели да купе само ровер систем, а не референтну и ровер. Произвођачи ће бити приморани да се придржавају RTK протокола за пренос података који ће онемогућити да се другачије референтне станице и ровери мешају. Радио техничка комисија за поморске услуге, специјални комитет 104 (RTCM-SC104), је сазвана за решавање проблема RTK стандарда за пренос података и представио предлог за носиоце фазе псевдоранге поруке, означене 18, 19, 20 и 21 [1]. RTK поруке које је предложила RTCM су већ спроведене, али постоје нека значајна ограничења стандарда који ограничава његову употребу [2]. RTCM-SC104 порука 18 до 21 обезбеђују највећи део садржаја података потребних за успешни RTK систем, међутим величина поруке и њихова марка чини их неефикасним за многе комерцијалне апликације. Алтернативни стандард је потребан која се бави питањем дужине поруке и величине оквира. Предложени стандард се широко користи у комерцијалном окружењу од 1993. године и погодан је за комуникационе везе које имају проток најмање 2400 baud.

## **DATALINK**

DATALINK чини битну компоненту RTK система. RTK позиционирање захтева редован (обично сваке секунде) пренос пакета података од референтних станица ка роверу и њихов пријем. Опције DATALINK које се често користе на терену:

- радио / модем
- мобилни телефон
- FM подопсези
- сателитска веза

DATALINK треба да буде изабран да одговара радним услови за пројект. На пример, на отвореном валовитом терену, опсег радио / модем од 900MHz бенда би требало да обезбеди одговарајуће покриће до неколико километара. За већу покривеност, корисници могу да користе радио репетиторе. У насељеним стамбеним местима, у близини линија видљивости, радио покривеност се тешко постиже и мобилне телефонске мреже се могу добро искористити. Комерцијални фирме су искористиле предност доступних података пропусног опсега на FM радио станицама са подопсезима и емитовали GPS референтне податке са станица на FM подопсежне бендове [3 & 4]. Многи градови широм света сада имају FM референтне станице са подопсезима за читавање метарске тачности диференцијалног GPS за комерцијалну употребу. У удаљеним локацијама сателитска веза обезбеђује одличну радио покривеност, иако је скуп у поређењу са другим системима који су споменути ([5] даје одличну расправу о DGPS DATALINK опције).

Перформансе RTK DATALINK-а се могу оценити на основу следећих параметара:

- Трошкови
- Даталинк опсег и покривеност
- Однос пропусног и опсега и кашњења
- Провера и исправљање грешака
- Лиценцирање

Цена је обично водећи параметар за рекламу апликације, FM услуга, сателитски линкови и телефонске мреже обично наплаћују на основу времена. Пажљиво разматрање стога треба да буде посвећено с обзиром на цену приступа. DATALINK распон је потенцијална дистанца на којој ровер станица може да ради (од референтне станице). Произвођачи машина и опреме обично дефинишу горњу границу у RTK опсегу засновану углавном на алгоритмима за обраду и GPS опремом, а не на DATALINK -у. На пример, Тримбле GPS Тотална Станица® је дефинисана са границом од 10км.

Обрачун положаја који врши ровер обично захтева од референтне станице да се упари са временским одговарајућим мерењима ровера (ово повећава прецизност одређивања положаја уклањањем грешака часовника сателита и пријемника). Свако кашњење у подацима референтне станице ће директно утицати на кашњење у израчунатом положаја. За RT навигацију, корисници треба да знају где су сада, него где су били некад у прошлости. Проток, или transmission bandwidth од DATALINK-а директно утиче на кашњење ровер положаја. DATALINK који има проток од 9600 baud ће добити податке од референтне станице до ровера четири пута брже него DATALINK са протоком од 2400 baud. Неки модеми имају уграђени алгоритам за откривање грешака и корекцију. У једносмерној комуникацију станица-ровер важно је да је DATALINK обезбеђује детекцију грешке, а где је могуће, и грешке корекција за референтну станицу. Имајући у виду само једносмерни пренос, ровер нема начина да сазна да су пакети успешно примљени. DATALINK заснован на радио сигналу ће увек трпети губитак сигнала. Већина нација имају радио регулаторна тела која строго регулишу доделу радио фреквенција. Стога, неопходно је да се уверите да лиценца може да буде добијена за потребне DATALINK. Неки GPS произвођачи и даталинк добављачи су изградили радио / модеме који користе 900 MHz фреквенцијски опсег која не захтева дозволу за употребу у северном Америка, Јужна Африка, делови централне Америке и Јужне Азије.

## **КРАТКА ИСТОРИЈА CMR**

Compact Measurement Record (CMR) формат је развијен од стране од стране Trimble организације 1992. године. Формат је развијен као метод преношења кода и корекције података од GPS базних станица на GPS ровера за РТК GPS премер. Dr. Nicholas Talbot из Trimble организације је јавно представио CMR формата на ION Conference 1996. године. Године 1997, на Trimble User's Conference, CMR + формат је објављен. CMR + побољшава перформансе CMR -а тако што обезбеђује корективни низ који је концизније дужине и мање спорадичан од CMR формата, што обезбеђује бољи рад на мрежи. Од кад су CMR и CMR + формати објављени, Topcon, Leica, и други произвођачи RTK GPS -а почели да користе овај формат. У то време, RTCM је био актуелан RTK формат за корекције. Међутим, пошто је RTCM формату потребно око два пута већи проток у односу на CMR и недостајале су дефиниције врсте поруке које су од кључног значаја за рад RTK, CMR је убрзо постао широко прихваћен. 2005 Trimble је модификовао CMR/CMR+ формат да може да прими корекције за руског GLONASS -а. Ове поруке нису биле јавно доступне у том тренутку. Њихове модификације су извршене на начин сличан као и првобитна CMR спецификација. Тако је Trimble настојао да омогући подршку за Topcon и Leica CMR /CMR + GLONASS поруке у Trimble пријемницима. Међутим, многи фактори су онемогућавали да се ове корекције у потпуности имплементирају. Изазови укључују: непознате врсте антена од осталих произвођача, варијације у кодирању поруке и оквиру, и варијације у осматрањима ка сателита.

## Compact Measurement format (CMR) [6]

CMR формат обухвата како протокол поруку тако и алгоритам за компресију /декомпресију мерених података. Детаљан опис формата дат је у табели 1 а преглед CMR формата је у табели 2 .

Transmission Structure	Size of Transmission
Packet Header	4 bytes
Observables Header {Type 0} ( includes Number of Satellites [n] )	6 bytes
Satellite 1 L1 Observables (extended L2 data follows)	8 bytes
Satellite 1 L2 Observables	7 bytes
Satellite 2 L1 Observables	8 bytes
Satellite 2 L2 Observables	7 bytes
.....	.....
Satellite n L1 Observables	8 bytes
Satellite n L2 Observables	7 bytes
Packet Tail	2 bytes
.....	.....
<i>(observables packets)</i>	<b>(Type 0: 9 sats = 147 bytes )</b>
.....	.....
Packet Header	4 bytes
Reference Station Coordinates Header {Type 1}	6 bytes
Reference Station Location Fields	7 bytes
Packet Tail	2 bytes <b>(Type 1: 19 bytes)</b>
.....	.....
<i>(observables packets)</i>	
.....	.....
Packet Header	4 bytes
Reference Station Description Header {Type 2}	6 bytes
Reference Station Description Fields	75 bytes
Packet Tail	2 bytes <b>(Type 2: 87 bytes)</b>
.....	.....
<i>(observables packets)</i>	

Табела 1 Структура CMR

Parameter	Number of Bytes	Description
STX	1	Start of transmission (02h)
Status	1	Status byte (00h)
Type	1	CMR message types: 0 - observables; 1 - location; 2 - description
Length	1	Number of bytes in the data block
Data Block	as per definition	Message data as defined below.
Checksum	1	Data checksum calculated using (Status + Type + Length + Data Block) mod 256
ETX	1	End of transmission

Табела 2 Дефиниција CMR пакета

Иако се поље са вредношћу суме користи да обезбеди извесну заштиту од грешке преноса, то је одговорност DATALINK-а да обезбеди додатне и довољне механизме за детекцију грешке како би се обезбедило да садржај поруке који је примљен на роверу тачан.

Свака CMR порука је садржана унутар шестобитног оквира. Овај оквир има поља за:

- почетак преноса
- тип CMR поруке
- дужина поруке
- CMR мерења
- суму
- крај преноса

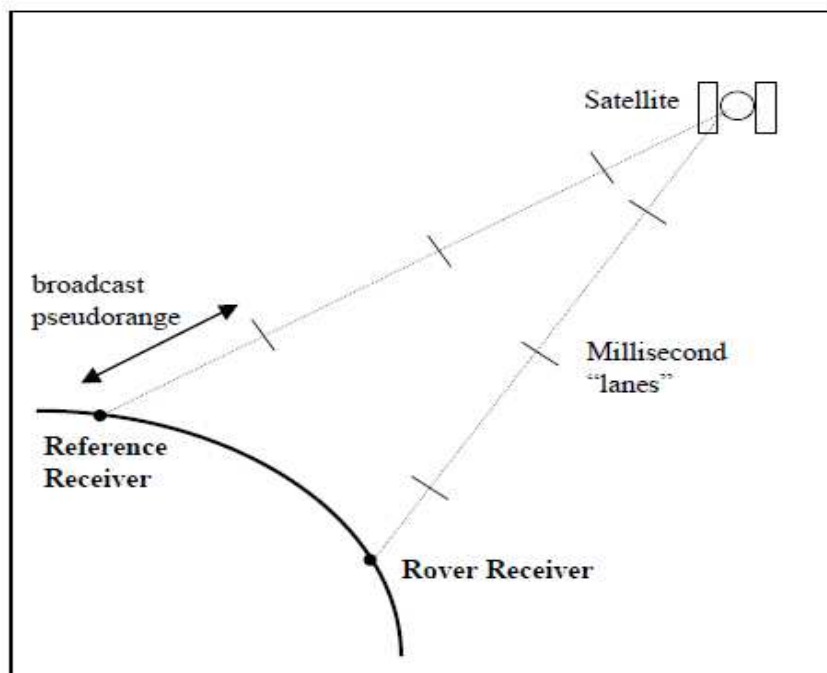
Тренутно постоје три поруке које су дефинисане за РТК позиционирање:

- Observables
- Reference Station Location
- Reference Station Description

Унутар сваке од три врсте порука је заглавље и део за податаке. Заглавље садржи информације као што су број верзије поруке, идентификатор станице, врста поруке, време епохе, временски офсет...

### Measurement Compression Technique

Мерени подаци се обично преносе једном у секунди. Мерења требају бити компресована да би стала у 2400 baud. Уместо преношења великих бројева до високе прецизности, могуће је преносити разлике бројева, које имају мањи динамички опсег. На пример, два блиска пријемника чије су временске базе готово поравнате, ће снимити сличне псеудодужине до истог сателита. Пожељно је преносити фракциони део псеудодужине уместо целог мерења које износи отприлике 20,000,000 м. У CMR формату, псеудодужине за референтну станицу су подељене у светлосне-милисекундарне траке (1 милисекунд пута брзина светлости = 299,792.458 м) и само се мали део преноси ( слика 2 ).



Слика 2

Промена у растојању посматраном са фазом носиоца ће током времена приближно одговарати промени кодне псеудодужине ка истом сателиту. Стога је могуће представити фазу носиоца као офсетовану псеудодужину. Динамички опсег псеудодужине носиоца фазне разлике је ограничен јоносферским дивергенцијама два сигнала. Мерења са Л2 бенд могу бити просто пребачена на Л1 податаке.

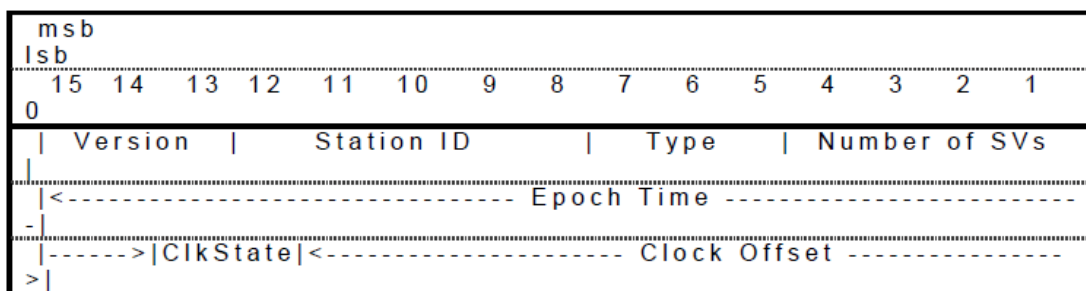
Л2 псеудодужина се дефинише као разлика од Л1 псеудодужине. Л2 фаза носиоца је дата као разлика од Л1 псеудодужине. Било би расипање да се емитује пуна епоха од референтне станице када је ровер већ добио врло добру процену ове количине; одредба мора бити направљена за слична кашњења преноса података. У CMR формату, епохе времена мерења су дати по модулу 240 секунди.

### Типови поруке

CMR формат је подељен на заглављу дела и дела за податаке. Заглавље се шаље у свакој епоси мерења и садржи време и пратеће информације о сателиту које су релевантне за посматрати блок. Посматрани блок се понавља за сваки сателит са референтне станице.

### Observables (Врста поруке 0)

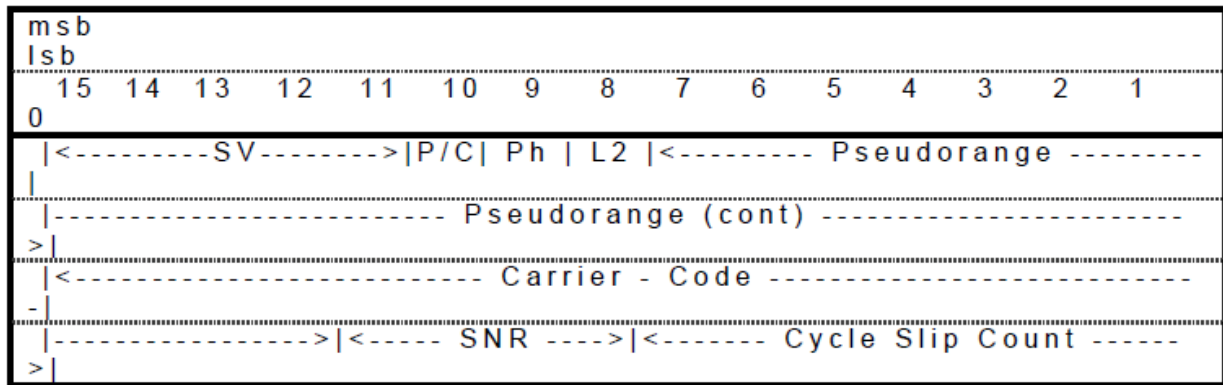
Parameter	# of bits	Range	Units and Scale factor	Description
Version Number	3	0 - 7	dimension-less	Defines the format version and allows for future expansion of the format. Currently version 3 is defined. However some 4000SSE receivers transmit versions 0, 1 & 2 which impact the interpretation of the Clock Offset parameter shown below.
Station ID	5	0 - 31	dimension-less	Identifies the reference station from others working in the area.
Message Type	3	0 - 7	dimension-less	Describes the information that follows in subsequent data blocks. The observable message type is 0 (zero).
Number of SVs	5	0 - 31	dimension-less	Number of satellites contained in the observable blocks that follow.
Epoch Time	18	0 - 240,000	milli-seconds	Receiver epoch time for the GPS measurements modulo 240 seconds. The epoch time is scaled into milliseconds and transmitted as an unsigned 18 bit integer. It is assumed that the rover receiver has a good knowledge of time and therefore can remove the 240 second ambiguity in the epoch time.
Clock Bias Validity	2	0 - 3	0 - invalid 3 - valid	Indicates that the reference receiver clock offset is valid or invalid.
Clock Offset	12	+/- 0.5 milli-seconds	500 nano-seconds	<b>Version 0-2:</b> The clock offset is maintained between 0-1millisecond for these receivers and therefore 0.5 milliseconds is subtracted from the clock offset before it is transmitted. <b>Version 3:</b> The clock offset is given in the range -0.5 to +0.5 milliseconds. Receivers that drive their clock onto GPS time should set the clock offset parameter to zero.
Total	48			



Табела 3. Заглавље Observables поруке



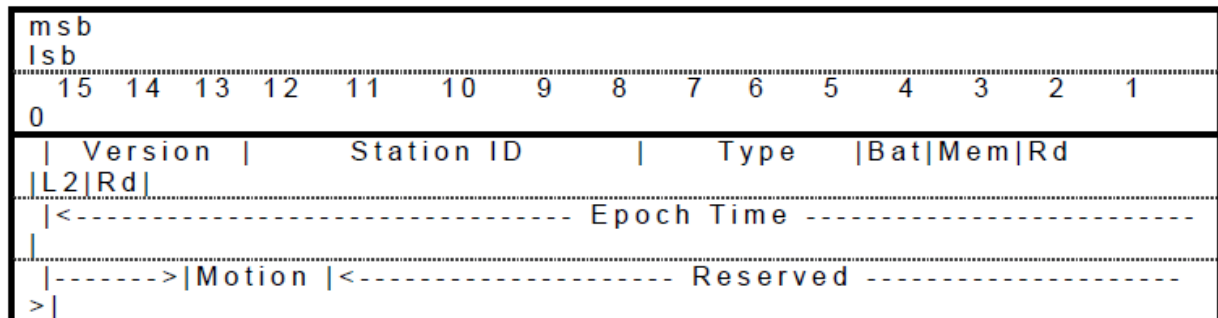
Parameter	Number of bits	Range	Units and Scale factor	Description
SV PRN	5	0 - 31	dimensionless	Satellite Pseudo Random Noise Number identifier
P-code / CA-code flag	1	0,1	0 - CA-code 1 - P-code	Indicates the type of code data being tracked on the L1 or L2 band.
L1 Phase data valid	1	0,1	0 - Invalid 1 - Valid	Indicates the validity of the phase data. Only use phase when the validity flag is set.
Extended L2 data follows	1	0,1	0 - L1 only 1 - L1 & L2	L2 data follows the L1 data if this flag is set.
CA-code pseudo-range	24	0 - $2^{21}$ L1 cycles	1/8 L1 cycles	The L1 pseudorange is transmitted modulo 1 light millisecond (299792.458m), in units of 1/8 L1 cycles.
Carrier - Code	20	$\pm 2^{19}$ (1/256 L1 cycles)	1/256 L1 cycles	The carrier phase data is referenced against the code measurement field. The carrier phase is quantised in 1/256 L1 cycles and broadcast in the range $\pm 2^{19}$ .
SNR	4	0 - 15	least significant bit = 2 SNR counts	The Signal-to Noise Ratio value is given in the range 0-15 where the least significant bit is equal to 2 SNR counts.
Cycle slip	8	0 - 255	dimensionless	Incremented every time there is a cycle slip on this satellite. The



Табела 4. Део за податке Observables поруке

## Reference Station Location (vrsta poruke 1)

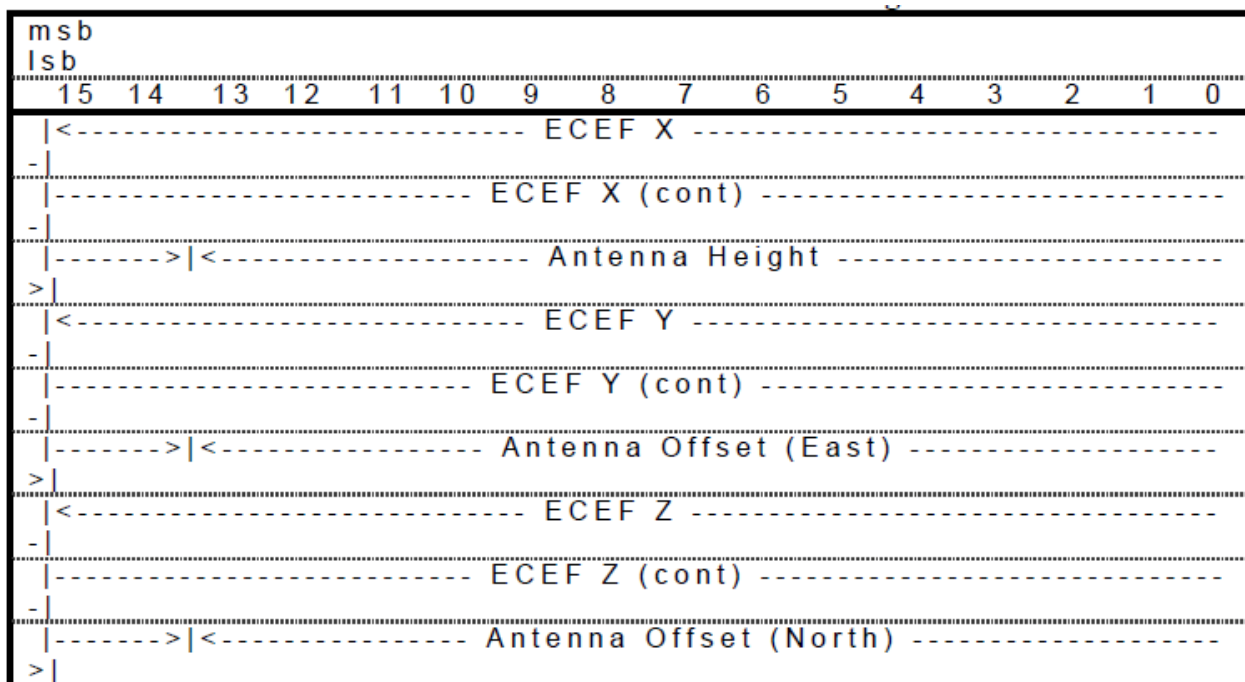
Parameter	Number of bits	Range	Units and Scale factor	Description
Version Number	3	0 - 7	dimensionless	Defines the format version and allows for future expansion of the format. Currently version 3 is defined
Station ID	5	0 - 31	dimensionless	Identifies the reference station from others working in the area
Message Type	3	0 - 7	dimensionless	Describes the information that follows in subsequent data blocks. The reference station coordinates message type is 1 (one)
Low Battery Flag	1	0,1	0 - Battery OK 1 - Battery Low	Warns the user when the reference receiver battery levels are low
Low Memory Flag	1	0,1	0 - Memory OK 1 - Memory Low	Warns the user when the reference receiver memory storage is low (i.e., less than 15 minutes of storage left)
Reserved	1	Reserved	Reserved	Reserved
L2 Enable	1	0,1	0 - L2 disabled 1 - L2 enabled	Indicates if L2 data tracking has been disabled at the reference
Reserved	1	Reserved	Reserved	Reserved
Epoch Time	18	0 - 240,000	milliseconds	Epoch time for the GPS measurements modulo 240 seconds. The epoch time is scaled into milliseconds and transmitted as an unsigned 18 bit integer. It is assumed that the rover receiver has a good knowledge of time and therefore can remove the 240 second ambiguity in the epoch time.
Motion State	2	0 - 3	0 - Unknown 1 - Static 2 - Kinematic	Defines the motion of the reference receiver. Typically the reference will be static, however the standard allows for cases where both reference and rover receiver are in motion.
Reserved	12	Reserved	Reserved	Reserved
<b>Total</b>	<b>48</b>			



Табела 5. Изглед заглавља поруке за локацију референтне станице

Parameter	Number of bits	Range	Units and Scale factor	Description
ECEF X	34 (1 sign)	+/- 8589934592	millimeters	WGS84 X coordinate of the reference antenna phase center
Antenna Height	14 (1 sign)	+/- 8192	millimeters	antenna height from ground mark to antenna phase center
ECEF Y	34 (1 sign)	+/- 8589934592	millimeters	WGS84 Y coordinate of the reference antenna phase center
East Offset	14 (1 sign)	+/- 8192	millimeters	east offset from ground mark to antenna phase center
ECEF Z	34 (1 sign)	+/- 8589934592	millimeters	WGS84 Z coordinate of the reference antenna phase center
North Offset	14 (1 sign)	+/- 8192	millimeters	north offset from ground mark to antenna phase center

Position Coordinate Accuracy	4	0 - 15	see Lookup Table below	3D-Coordinate precision of the geocentric antenna phase center location relative to the World Geodetic System 1984.
Reserved	4	Reserved	Reserved	Reserved
<b>Total</b>	<b>152</b>			



Табела 6. Део поруке са подацима локације референтне станице

**Reference Station Description** (врста поруке 2)

Parameter	Number of BYTES	Range	Units and Scale factor	Description
Record Length	1	0 - 255	dimensionless	Defines the total length of the station description data. This field is needed because the variable nature of the remarks field.
Short station ID	8	ASCII characters	dimensionless	The short station id / name. The name field is right justified and prefix padded with null characters.
COGO Code	16	ASCII characters	dimensionless	This field is designed to be used for transmitting the reference station point feature code.
Long Station ID / Number	50	ASCII characters	dimensionless	Long name for the reference station.
<b>Total</b>	<b>75 (= 600 bits)</b>			

Табела 7. Опис референтне станице

**RTCM3.X или CMR+** Шта треба користити?

Данас у пракси постоје два слична протокола за пренос података који омогућавају диференцијално или RTK позиционирање а то су - RTCM и CMR/CMR+.

## RTCM

Radio Technical Commission for Maritime Services (RTCM) је међународна непрофитабилна научна, стручна и образовна организација. RTCM је сада независна организација подржана од стране својих чланова из свих крајева света. Чланови RTCM су организације (а не појединци) који бивају информисани о регионалној и међународној поморској радио навигацији и питањима радио-комуникационе политике, регулаторним променама и развоју техничких стандарда.

### Специјални одбори

Специјални одбори обезбеђују форум на којем владине и невладине организације раде заједно на развоју техничких стандарда и препоруке у вези са питањима посебне забринутости. Специјални одбор (УО) 104 је основана да се бави Differential Global Navigation Satellite Systems (DGNSS)

### RTCM формати података

#### RTCM 2.3

Иако у почетку подржавао само DGPS (RTCM 2.0), касније верзије су додале могућности као што су:

- Пренос фазе носиоца
- GLONASS података
- Дефиниција врсте антене и референтна тачка

#### RTCM 3.0

RTCM верзија 3 је потпуно нови стандард са новом врстом поруке и структуре и дизајниран је да буде много ефикаснији и лакши за коришћење од верзије 2.3. У почетку се састоји од порука дизајнираних да подрже рад у РТК режиму (GPS и GLONASS), Једно значајно побољшање новије верзије RTCM 3.1 је додаток корекције мреже поруке.

#### CMR/CMR+

За разлику од протокола RTCM, CMR (Compact Measurement Record) је развијен у 1990 је од произвођача пријемника, Trimble Navigation. Развијен је да се обезбеди већи и ефикаснији проток од RTCM 2 за RTK (само GPS) кориснике. CMR+ је незнатно поправљена верзија оригиналног CMR.

### Поређење протока (Bandwidth Comparison)

#### CMR + (само GPS)

Величина CMR + поруке =  $12 + 15 * n$  бајтова, где је  $n$  = број сателита.

Координате станице и антена додају 16 бајтова "scrolling frame" сваке секунде.

Укупно за 10 сателита =  $12 + 15 * (10) + 16 = 178$  бајтова по секунди

### RTCM 3.0

Порука 1003:  $8 + (101 * N + 7) / 8$  бајтова ( дељење са 8 због заокруживања на најближи цео број ).

Порука 1003 је упоредива са CMR - садржи мере по модулу 1 светлосне милисекунде.

Порука 1004 је већа:  $8 + (125 * N + 7) / 8$  бајтова, али садржи комплетне observables.

Порука 1005 ( координате референтне станице ) = 19 бајтова

Порука 1007 ( опис антене ) = 21 бајтова ( под претпоставком да је опис дужине 16 знакова )

Ако се поруке 1005 и 1007 шаљу на сваких 10 секунди, просек је 4 бајта по секунди

Укупна просечна величина за 10 сателита = 139 бајтова по секунди

Protocols	Bandwidth Used
RTCM Version 2.3 (Message 18 and 19)	354 bytes/s
Trimble CMR+	178 bytes/s
RTCM Version3.0 (Message 1004 – Extended)	139 bytes/s

Почетни и једини разлог за коришћење Тримбле је CMR формата је мањи пропусни опсег од RTCM. RTCM 3.0 не само да нуди мањи пропусни опсег од CMR +, то је и отворени, индустријски стандард који подржава ГПС, ГЛОНАСС и мрежне корекције. Нема изненађења. Избор је јасан - RTCM 3.x би требало да буде ваш формат података.[7]

### ПОТРЕБА ЗА CMRx

Уласком нових држава у бизнис са GNSS, и модернизацијом постојећег GNSS , велики број промена се спроводе или се очекује њихова имплементација у блиској будућности као што су:

- Мултидефинисани сигнали који се могу пратити на свим фреквенцијама (нпр, CS код се емитује на IIR-M GPS сателитима, C/A и P код се емитују на GLONASS L1 и L2 фреквенцијама)
- Увођење L5 фреквенције
- Предложена је трећа фреквенција за GLONASS
- Лансирање троструке фреквенције Galileo од стране Европске уније
- Лансирање за троструке фреквенције Compass/Beidou-2 од стране Кине.
- Лансирање Quasi-Zenith сателита од стране Јапана
- Проширење GNSS консталације. Compass је предложио 35 сателита у консталацији. Такође, било је предлога да се GPS консталација прошири изнад тренутног лимита од 32 сателита.

Ове промене захтевају значајно ажурирање корекција која се користи од стране RTK система.

Корективни низови морају да прими додатне консталације, додатне фреквенције, додатне сигнале и консталације са више од 32 сателита. CMR/CMR+ and RTCM тренутно нису опремљени да се носе са овим променама. Додатни подаци ће значајно повећати захтеве за проток . У будућности ће можда постојати 50 сателита и сви они ће емитовати троструке фреквенције.

Дакле, Тримбле је одлучио да развије нову верзију корективног формата под називом CMRx. CMRx планира да у будућности дозвољава новим сазвезђима, новим фреквенцијама, новим сигнаlima, и више од 32 сателита да буду у оптицају. Мада ове консталације, фреквенције и сигнали нису познати сада, CMRx дизајн омогућава да буду додати у будућности, док ће се очувати компатибилност CMRx протокола. CMRx такође укључује компресију корективних

низова као метод ублажавања све већих захтева за проток. У просеку, CMRx ће захтевати 40% мањи проток у односу на проток CMR/CMR+ . Метода компресије који се користи се не заснива на "delta" (промени) из претходне поруке. Зато се свака CMRx порука може одмах и потпуно декодирати стране ровер пријемника. Коришћењем делта шеме, у случају да се испусти "кључ" поруке, биће застареле корекције до следећег кључа. Важно је напоменути да је CMRx нови корективни формат који је препознат само од стране Trimble произвођача GPS/GNSS пријемника.

### Брзине преноса са CMRx форматом

Табела 8 и Табела 9 дају брзину преноса података које се обично постижу са Тримбле 450 MHz и 900 MHz.

Nominal Over-the-Air Baud Rate	Repeaters	Effective Rate (bytes/s) <sup>1</sup>
4800	0	338
	1	230
	2	83
9600	0	800
	1	476
	2	182
19200 <sup>2</sup>	0	1623
	1	965
	2	380

Табела 8. Тримбле 450 MHz

Configuration	Effective Rate (bytes/s) <sup>3</sup>
Broadcast-Only	440 <sup>4</sup>
2-way data (IP)	183

Табела 9. Тримбле 900 MHz

Проток CMR+ корективног низа се може јасно дефинисати и дата је у табели 10. Црвена линија указује на границу где двосмерни системи података немају више домет за корекције.

# of SVs	GLONASS (G1 / G2)											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0	16	47	64	80	96	112	129	145	161	177	194	
1	43	74	91	107	123	139	156	172	188	204	221	
2	58	89	106	122	138	154	171	187	203	219	236	
3	73	104	121	137	153	169	186	202	218	234	251	
4	88	119	136	152	168	184	201	217	233	249	266	
5	103	134	151	167	183	199	216	232	248	264	281	
6	118	149	166	182	198	214	231	247	263	279	296	
7	133	164	181	197	213	229	246	262	278	294	311	
8	148	179	196	212	228	244	261	277	293	309	326	
9	163	194	211	227	243	259	276	292	308	324	341	
10	178	209	226	242	258	274	291	307	323	339	356	
11	193	224	241	257	273	289	306	322	338	354	371	
12	208	239	256	272	288	304	321	337	353	369	386	

Проток од CMRx корективног низа је теже дефинисати због компресије која се користи на овом низу. Једначина 1 даје веома грубу рачуницу која се може искористи за приближно одређивање величине CMRx поруке.

$$bytes \approx ceiling \left( 6 + \sum_{const} [6 + 23 + SV * (3.25 * freq)] \right)$$

Једначина 1

Имајте на уму да праћење додатних сигнала (нпр. L2E и L2C) утиче на повећање дужине поруке. Користећи ову формулу, Табела 11, Табела 12 и Табела 13 даје приближну употребу протока за CMRx поруке. Табела 11 се може поредити са Табелом 10 како би се приказало како CMRx компресује корекције. Табела 11 преставаља перформансе које корисници могу да очекују од GPS+GLONASS пријемника који користе CMRx.

# of SVs	GLONASS (G1 / G2)											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0	6	42	48	55	61	68	74	81	87	94	100	
1	42	77	84	90	97	103	110	116	123	129	136	
2	48	84	90	97	103	110	116	123	129	136	142	
3	55	90	97	103	110	116	123	129	136	142	149	
4	61	97	103	110	116	123	129	136	142	149	155	
5	68	103	110	116	123	129	136	142	149	155	162	
6	74	110	116	123	129	136	142	149	155	162	168	
7	81	116	123	129	136	142	149	155	162	168	175	
8	87	123	129	136	142	149	155	162	168	175	181	
9	94	129	136	142	149	155	162	168	175	181	188	
10	100	136	142	149	155	162	168	175	181	188	194	
11	107	142	149	155	162	168	175	181	188	194	201	
12	113	149	155	162	168	175	181	188	194	201	207	

Табела 11

Табела 12 и Табела 13 дају репрезент могућег изгледа протока у будућности када будемо имали више консталација сателита.

# of SVs		GLONASS (G1 / G2)												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Galileo (E2 / E5 AltBOC)												
GPS (L1 / L2 / L5)	0	6	77	90	103	116	129	142	155	168	181	194	207	220
	1	45	116	129	142	155	168	181	194	207	220	233	246	259
	2	55	126	139	152	165	178	191	204	217	230	243	256	269
	3	65	136	149	162	175	188	201	214	227	240	253	266	279
	4	74	145	158	171	184	197	210	223	236	249	262	275	288
	5	84	155	168	181	194	207	220	233	246	259	272	285	298
	6	94	165	178	191	204	217	230	243	256	269	282	295	308
	7	104	175	188	201	214	227	240	253	266	279	292	305	318
	8	113	184	197	210	223	236	249	262	275	288	301	314	327
	9	123	194	207	220	233	246	259	272	285	298	311	324	337
	10	133	204	217	230	243	256	269	282	295	308	321	334	347
	11	143	214	227	240	253	266	279	292	305	318	331	344	357
	12	152	223	236	249	262	275	288	301	314	327	340	353	366

Табела 12. Предвиђање CMRx протока (бит по секунди) - (трострука фреквенција - GPS + двосмерна фреквенција GLONASS + Galileo)

# of SVs		GLONASS (G1 / G2 / G3)													
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		Galileo (E2 / E5 AltBOC / E6)													
GPS (L1 / L2 / L5)	Compass (B1 / B2 / B3)	0	6	84	103	123	142	162	181	201	220	240	259	279	298
		1	84	161	181	200	220	239	259	278	298	317	337	356	376
		2	103	181	200	220	239	259	278	298	317	337	356	376	395
		3	123	200	220	239	259	278	298	317	337	356	376	395	415
		4	142	220	239	259	278	298	317	337	356	376	395	415	434
		5	162	239	259	278	298	317	337	356	376	395	415	434	454
		6	181	259	278	298	317	337	356	376	395	415	434	454	473
		7	201	278	298	317	337	356	376	395	415	434	454	473	493
		8	220	298	317	337	356	376	395	415	434	454	473	493	512
		9	240	317	337	356	376	395	415	434	454	473	493	512	532
		10	259	337	356	376	395	415	434	454	473	493	512	532	551
		11	279	356	376	395	415	434	454	473	493	512	532	551	571
		12	298	376	395	415	434	454	473	493	512	532	551	571	590

Табела 13. Предвиђање CMRx протока (бит по секунди) - (трострука фреквенција - GPS + GLONASS + Galileo + Compass)

### Корекције у зависности од базне станице

Прво, мора се користити Тримбле базна станица садашње генерације како би се омогућило излаз CMRx корекције. Старије генерације Тримбле базне станице и друге базне станице не могу да генеришу CMRx корекције. Ако се не користи Тримбле ровер или претходне генерације Тримбле ровера који не подржавају CMRx, онда се користе корективни формати као што су CMR/CMR+ или RTCM. Обзиром да садашње генерације Тримбле базне станице у стању да шаљу више корекција на више портова, могуће је имати и CMRx на једном порту и CMR/CMR+ на другом.



Табела 14 преставаља како корекције варирају у зависности од базне станице и који ће формат ровер бити у стању да декодира. Зелено означава компатибилност. Црвено указује да ове корекције нису подржане. Жута указује на могућу подршку.

		non-Trimble	SPS770 SPS780	MS750, MS860	SPS781/881, 751/851, MS990
Base Station	SPS751/851 SPS781/881	CMRx CMR/CMR+ RTCM	CMRx CMR/CMR+ RTCM	CMRx CMR/CMR+ RTCM	CMRx CMR/CMR+ RTCM
	MS750	CMR/CMR+ RTCM	CMR/CMR+ RTCM	CMR/CMR+ RTCM	CMR/CMR+ RTCM
	non-Trimble	CMR/CMR+ RTCM	CMR/CMR+ RTCM	CMR/CMR+ RTCM	CMR/CMR+ RTCM

Табела 14.

## Закључак

CMR формат је формат који захтева мањи проток (2400 baud) од еквивалентних RTCM порукама. Сви RTK систем произвођачи ће моћи да искористе овај стандард за општу употребу. Сем преноса стандардних питања, систем интегратори и даље треба да се позабаве питањем мешања антене од различитих произвођача и пријемника који имају различита шеме узорковања.

CMRx је корективни формат развијен од стране Тримбле да подржава значајне промене у GNSS консталацијама. CMRx ће омогућити корисницима да користе више консталација, сателита, и сигнала чим они постану доступни да омогуће корисницима бржу иницијализацију и побољшање статистичких резултата. CMRx нуди значајану компресију (око 40%) у односу на CMR/CMR+ формат да би омогућили корисницима очување протока и његов максималан распон. CMRx је подржан само од стране тренутних генерација Тримбле GPS/GNSS пријемника. Такође ће бити омогућено пријемницима претходне генерације да декодирају CMRx када раде као ровер, али неће бити омогућено да шаљу корекције формата CMRx тј. да се понашају као базна станица.

## Референце

[1] RTCM Recommended Standards For Differential Navstar GPS Service V2.1, RTCM Paper 194-93/SC104-STD, January 3, 1994.

[2] Goguen, J.P. & Allison, M.T., Precise *RTK* Positioning Using the New *RTCM-104* V2.1

Standard, ION-GPS-95, Palm Springs, California, September 12-15, 1995, pp1461-1466.

[3] Galyean, P.H., *The Acc-Q-Point DGPS System*, ION-GPS-93, Salt Lake City, Utah, September 22-24, 1993, pp1273-1283.

[4] Weber, L. & Tiwari, A., *Performance of a FM Sub-Carrier (RDS) Based DGPS System*, IONGPS- 93, Salt Lake City, Utah, September 22-24, 1993, pp1285-1292.

[5] Lanigan, C.A., Pflieger, K., & Enge, P.K., *Real-Time Differential Global Positioning System (DGPS) Data Link Alternatives*, ION-GPS-90, Colorado Springs, Colorado, September 19-21, 1990, pp599-606.

[6] <https://gpsd.googlecode.com/files/Trimble-CMR.pdf>

[7] Mike Strutt, Manager of Network/Infrastructure Support and Training, Topcon Positioning Systems, Inc. .... [ftp://hayeshelp.com/TechDocs/rtcm3\\_v\\_cmr.pdf](ftp://hayeshelp.com/TechDocs/rtcm3_v_cmr.pdf)